

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 08 JAN 2001

WIPO PCT

DE 00/3440.

EJU.

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

**Aktenzeichen:** 199 47 036.7  
**Anmeldetag:** 30. September 1999  
**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft,  
München/DE  
**Bezeichnung:** Thyristoranordnung mit Freierwerdeschutz  
**IPC:** H 03 K, H 01 L

**BEST AVAILABLE COPY**

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 02. November 2000  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

*Stiller*

Seiler

199 47 0367  
30.09.00

## Beschreibung

## Thyristoranordnung mit Freiwerdeschutz

- 5 Die Erfindung betrifft gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 eine Thyristoranordnung mit
- einem Hauptthyristor, der eine Kathode und eine Anode aufweist,
  - mindestens einem Hilfsthystor, der eine Kathode und eine
- 10 Anode aufweist,
- einer Widerstandseinrichtung, welche die Kathode des Hilfsthystors und die Kathode des Hauptthyristors elektrisch miteinander verbindet und einen von null verschiedenen ohmschen Widerstand definiert,
- 15 - einer Anodenverbindung, welche die Anode des Hilfsthystors und die Anode des Hauptthyristors elektrisch miteinander verbindet, und
- einer Zündeinrichtung zu einer Überkopfzündung des Hauptthyristors über den Hilfsthystor und die Widerstandsein-
- 20 richtung.

Eine Thyristoranordnung der genannten Art ist aus EP 0 301 761 B1 bekannt. Bei dieser bekannten Anordnung sind der Hauptthyristor mit seiner Kathode und Anode, der Hilfsthystor mit seiner Kathode und Anode, die Widerstandseinrichtung, die Anodenverbindung in Form eines Kurzschlusses und die Zündeinrichtung auf einem gemeinsamen Körper aus Halbleitermaterial integriert.

- 30 Die Widerstandseinrichtung besteht aus einem ohmschen Widerstand. Dieser Widerstand dient zu einer elektrischen Strombegrenzung zwischen dem Hilfsthystor und dem Hauptthyristor.

- Die Zündeinrichtung ist eine elektrische Zündeinrichtung, und
- 35 zwischen dieser Zündeinrichtung und dem Hilfsthystor ist ebenfalls ein ohmscher Widerstand angeordnet, der ebenfalls zu einer Strombegrenzung dient.

stor unkontrolliert durchzünden und dadurch zerstört werden kann (siehe dazu DE 196 50 762 A1).

5 Diese Aufgabe wird durch eine Thyristoranordnung gelöst, welche die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale aufweist.

10 Gemäß dieser Lösung ist wesentlich, daß die Widerstandseinrichtung einen zeitabhängigen ohmschen Widerstand derart definiert, daß dieser Widerstand während einer Einschaltphase des Hauptthyristors einen relativ großen Wert und während einer Stromführungsphase des Hauptthyristors einen relativ kleinen Wert aufweist.

15 Diese Lösung beruht auf folgenden Erkenntnissen: Der Hilfsthyristor soll auch während der Stromführungsphase des Hauptthyristors im leitenden Zustand bleiben. Um den Hilfsthyristor vor zu hohen Einschaltbelastungen zu schützen, ist ein Schutzwiderstand notwendig. Insbesondere wenn eine integrierte optische Zündeinrichtung diesen Hilfsthyristor zur kontrollierten Überkopfzündung des Hauptthyristors nutzt, ist der Schutzwiderstand notwendig. Ein zu hoher Schutzwiderstand, beispielsweise ein Widerstand mit einem Wert größer als 50  $\Omega$  verhindert aber, daß der Hilfsthyristor auch während der Stromführungsphase des Hauptthyristors im leitenden Zustand bleibt und kann damit beispielsweise die Integration eines Freiwerdeschutzes verhindern.

30 Es kann gezeigt werden, daß der für einen Freiwerdeschutz brauchbare maximal zulässige Wert des Schutzwiderstandes typischerweise kleiner als 50  $\Omega$  sein muß.

35 Andererseits muß verhindert werden, daß der Hilfsthyristor durch einen zu hohen Strom während des Einschaltens des Hauptthyristors zerstört wird. Dies kann durch einen Schutzwiderstand eines Wertes größer als 50  $\Omega$  erreicht werden, wobei wiederum die Gefahr einer Verhinderung der Integration eines Freiwerdeschutzes besteht.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Thyristoranordnung sind der Hauptthyristor mit seiner Kathode und Anode, der Hilfsthystor mit seiner Kathode und Anode, die Widerstandseinrichtung, die Anodenverbindung und die Zündeinrichtung auf einem gemeinsamen Körper aus Halbleitermaterial integriert.

Bei dieser Ausgestaltung weist bevorzugter- und vorteilhafterweise die Widerstandseinrichtung eine integrierte Induktivität in Form einer auf dem Körper aus Halbleitermaterial ausgebildeten Spirale aus elektrisch leitendem Material auf.

Bei einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Thyristoranordnung ist der Hauptthyristor mit seiner Kathode und Anode auf einem Körper aus Halbleitermaterial integriert, und ist der Hilfsthystor mit seiner Kathode und Anode auf einem anderen Körper aus Halbleitermaterial integriert. Bei dieser Ausgestaltung, bei welcher der Hilfsthystor extern vom Hauptthyristor ist, besteht der Vorteil der wesentlich größeren Freiheit bei der Gestaltung der Widerstandseinrichtung, insbesondere der eine Kombination aus ohmschem Widerstand, Induktivität und/oder Kapazität aufweisenden Widerstandseinrichtung. Vor allem besteht dabei eine wesentlich größere Freiheit bei der Gestaltung der Induktivität.

Bei der erfindungsgemäßen Thyristoranordnung ist die Zündeinrichtung vorzugs und vorteilhafterweise eine optische Zündeinrichtung, die auf einem Körper aus Halbleitermaterial des Hilfsthystor integriert ist. Sind in diesem Fall der Hauptthyristor und der Hilfsthystor auf einem gemeinsamen Körper aus Halbleitermaterial integriert, ist ein optisch zündbarer Hauptthyristor gegeben. Ist dagegen der Hilfsthystor extern realisiert und über eine externe Widerstandseinrichtung mit dem Hauptthyristor verbunden, ist gewissermaßen ein elektrisch zündbarer Hauptthyristor gegeben.

der im Bereich der Kathode 11 an den Oberflächenbereich 101 des Körpers 10 grenzt.

5 An den kathodenseitigen Emitter 110 grenzt ein als kathodenseitige Basis des Hauptthyristors 1 dienender Bereich 120 aus p-dotiertem Halbleitermaterial des Körpers 10 und bildet zusammen mit dem kathodenseitigen Emitter 110 einen np-Übergang 112.

10 An die kathodenseitige Basis 120 grenzt ein als anodenseitige Basis des Hauptthyristors 1 dienender Bereich 130 aus n-dotiertem Halbleitermaterial des Körpers 10 und bildet zusammen mit der kathodenseitigen Basis 120 einen pn-Übergang 123.

15 An die anodenseitige Basis 130 grenzt ein als anodenseitiger Emitter des Hauptthyristors 1 dienender Bereich 140 aus p-dotiertem Halbleitermaterial des Körpers 10. Der Bereich 140 bildet einerseits zusammen mit der anodenseitigen Basis 120 einen np-Übergang 134 und grenzt andererseits im Bereich der  
20 Anode 12 an den Oberflächenabschnitt 102 des Körpers 10

Bei den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 1 bis 3 weist der Hilfsthystor 2 beispielsweise einen vom Körper 10 des Hauptthyristors 1 getrennten anderen Körper 20 aus unterschiedlich dotiertem Halbleitermaterial; beispielsweise ebenfalls Silizium, eine als Kathode dienende Elektrode 21 und eine als Anode dienende Elektrode 22 auf.

30 Die Kathode 21 und die Anode 22 des Hilfsthystors 2 sind auf voneinander abgekehrten Oberflächenbereichen 201 bzw. 202 des Körpers 20 ausgebildet.

35 Zwischen der Kathode 21 und der Anode 22 weist der Körper 20 einen als kathodenseitigen Emitter des Hilfsthystors 2 dienenden Bereich 210 aus n-dotiertem Halbleitermaterial auf, der im Bereich der Kathode 21 an den Oberflächenbereich 201 des Körpers 20 grenzt.

10 ausgebildet, und die Anode 22 des Hilfsthystors 2 ist wie die Anode 12 des Hauptthystors 1 auf dem Oberflächenbereich 102 des Körpers 10 ausgebildet. Der kathodenseitige Emitter des Hilfsthystors 2 ist durch einen Bereich 210 aus  
5 n-dotiertem Halbleitermaterial des Körpers 10 gebildet.

Dieser Bereich 210 ist in dem als kathodenseitige Basis dienenden Bereich 120 aus p-dotiertem Halbleitermaterial des Körpers 10 angeordnet, bildet zusammen mit dem Bereich 120  
10 einen np-Übergang 212 und grenzt im Bereich der Kathode 21 des Hilfsthystors 2 an den Oberflächenbereich 101 des Körpers 10.

Ansonsten ist bei diesem Ausführungsbeispiel der Körper 10  
15 aus unterschiedlich dotiertem Halbleitermaterial sowohl im Bereich des Hilfsthystors 2 als auch im Bereich des Hauptthystors 1 gleich und so wie bei den Ausführungsbeispielen nach den Figuren 1 bis 3 ausgebildet.

20 Die Anode 22 des Hilfsthystors 2, die Anode 12 des Hauptthystors 1 und die Anodenverbindung 5 in Form des Kurzschlusses sind beim Ausführungsbeispiel nach Figur 4 durch eine einzige Elektrode 12' realisiert, die auf dem Oberflächenabschnitt 102 des Körpers 10 ausgebildet ist.

Bei allen Ausführungsbeispielen ist eine Widerstandseinrichtung 3 vorhanden, welche die Kathode 21 des Hilfsthystors 2 und die Kathode 11 des Hauptthystors 1 elektrisch miteinander verbindet und einen von null verschiedenen ohmschen Widerstand definiert.  
30

Erfindungsgemäß ist diese Widerstandseinrichtung 3 so ausgebildet, daß sie einen zeitabhängigen ohmschen Widerstand derart definiert, daß dieser Widerstand während einer Einschaltphase des Hauptthystors 1 einen relativ großen Wert und  
35 während einer Stromführungsphase des Hauptthystors 1 einen relativ kleinen Wert aufweist.

Anstelle der dargestellten beispielhaften Kombinationen aus ohmschem Widerstand 31 und Induktivität und/oder Kapazität 32 können auch andere Kombinationen verwendet werden. Das gleiche gilt für die Anodenverbindung 5 des Beispiels nach Figur 2.

In den Figuren 1 bis 3 bezeichnet 6 eine Einrichtung zur Erzeugung einer elektrischen Spannung  $V$  zwischen der Kathode 11 und der Anode 12 des Hauptthyristors 1.

Bei speziellen Ausbildungen der Ausführungsbeispiele nach den Figuren 1 bis 4 weist die Widerstandseinrichtung 3 eine Kombination aus dem ohmschen Widerstand 31 und nur einer Induktivität 32 ohne eine Kapazität auf.

Insbesondere bei diesen Ausbildungen ist von entscheidender Bedeutung, daß die Induktivität 32, 52 oder 53 groß genug dimensioniert ist, so daß der Stromanstieg zu Beginn der Einschaltphase des Hauptthyristors 1 wirkungsvoll gebremst wird. Während der Widerstandswert des Widerstandes 31 oder 51 im Bereich von  $10\ \Omega$  bis  $200\ \Omega$  liegt, müßte der Wert der Induktivität 32, 52 oder 53 im Bereich von  $10\ \mu\text{H}$  bis einige  $\text{mH}$  liegen. Es konnte bei einer seriellen Induktivität 32 ohne parallelem Widerstand gezeigt werden, bei einem Wert von  $100\ \mu\text{H}$  oder  $1\text{mH}$  der seriellen Induktivität 32 die Temperaturerhöhung des Hilfsthystors 2 deutlich niedriger ist als ohne Induktivität (Induktivitätswert = 0). Daraus kann geschlossen werden, daß eine Induktivität in der Größenordnung von  $1\text{mH}$  den Hilfsthystor 2 wirkungsvoll schützt. Sowohl in im Widerstand 32 als auch in der Induktivität 32 wird nur sehr kurzzeitig Leistung verbraucht, so daß eine daraus folgende Erwärmung leicht zu beherrschen ist.

Um eine Induktivität direkt auf einem Körper aus Halbleitermaterial zu integrieren, kann sie in Form einer auf dem Körper aus Halbleitermaterial ausgebildeten Spirale aus elektrisch leitendem Material aufgebracht werden. In der Figur 5

## Patentansprüche

1. Thyristoranordnung mit
  - einem Hauptthyristor (1), der eine Kathode (11) und eine
  - 5 Anode (12) aufweist,
  - mindestens einem Hilfsthristor (2), der eine Kathode (21) und eine Anode (22) aufweist,
  - einer Widerstandseinrichtung (3), welche die Kathode (21) des Hilfsthristors (2) und die Kathode (11) des Hauptthyristors (1) elektrisch miteinander verbindet und einen von null
  - 10 verschiedenen ohmschen Widerstand definiert,
  - einer Anodenverbindung (5), welche die Anode (21) des Hilfsthristors (2) und die Anode (12) des Hauptthyristors (1) elektrisch miteinander verbindet, und
  - 15 - einer Zündeinrichtung (4) zu einer Überkopfzündung des Hauptthyristors (1) über den Hilfsthristor (2) und die Widerstandseinrichtung (3),dadurch gekennzeichnet, daß
  - die Widerstandseinrichtung (3) einen zeitabhängigen ohm-
  - 20 schen Widerstand derart definiert, daß dieser Widerstand während einer Einschaltphase des Hauptthyristors (1) einen relativ großen Wert und während einer Stromführungsphase des Hauptthyristors (1) einen relativ kleinen Wert aufweist.
2. Thyristoranordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Widerstand von selbst vom relativ großen Wert auf den relativ kleinen Wert absinkt.
3. Thyristoranordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstandseinrichtung (3) einen ohmschen Widerstand (31) eines im wesentlichen festen Wertes und
- 30 eine Induktivität und/oder eine Kapazität (32) aufweist.
4. Thyristoranordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstandseinrichtung (3) eine Parallelschaltung aus dem ohmschen Widerstand (31) des im wesent-
- 35



ristor (2) seiner Kathode (21) und Anode (22) auf einem anderen Körper (20) aus Halbleitermaterial integriert ist.

- 5 11. Thyristoranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündeinrichtung (4) eine optische Zündeinrichtung ist, die auf einem Körper (10, 20) aus Halbleitermaterial des Hilfsthyristors (2) integriert ist.

Fig. 1

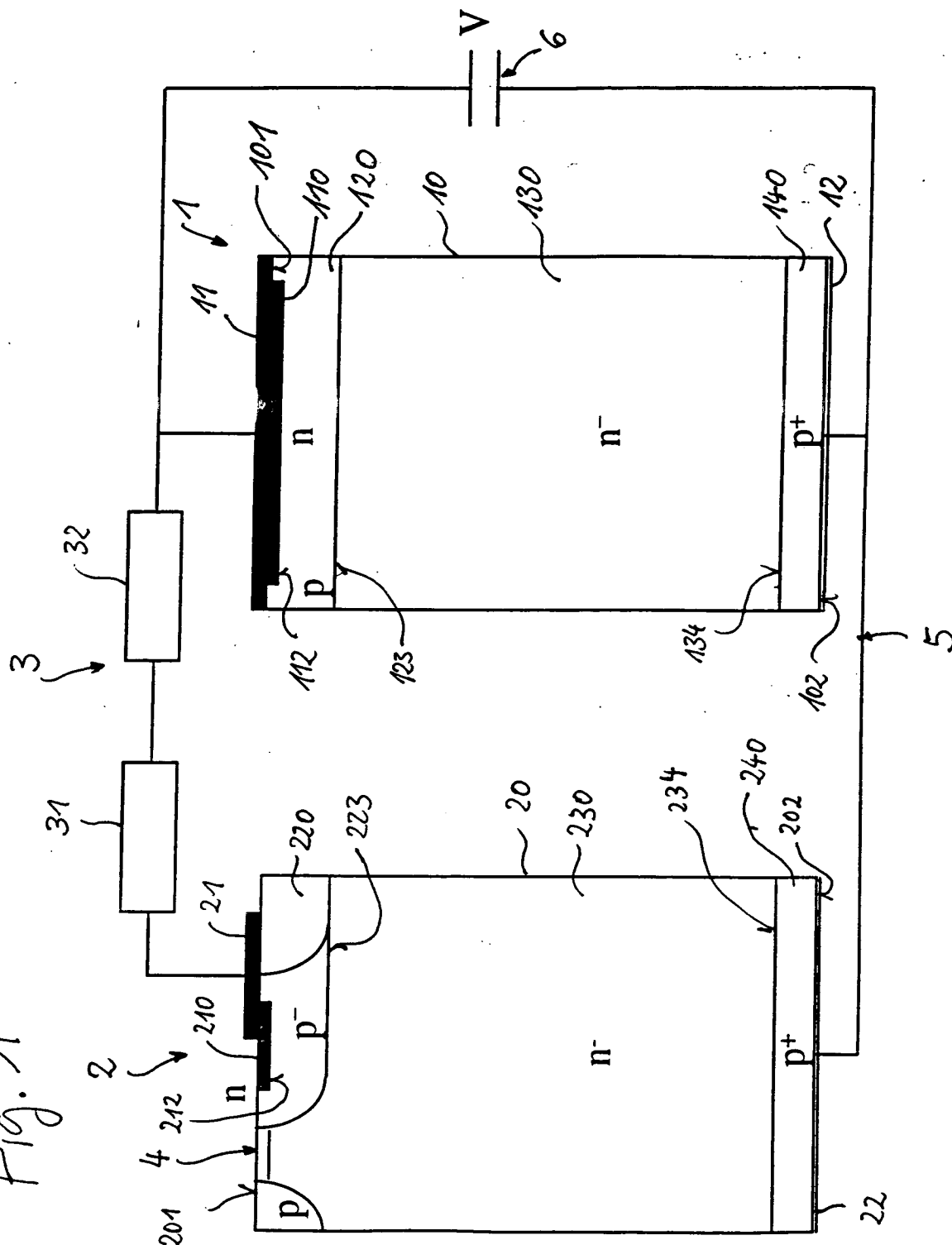


Fig. 3

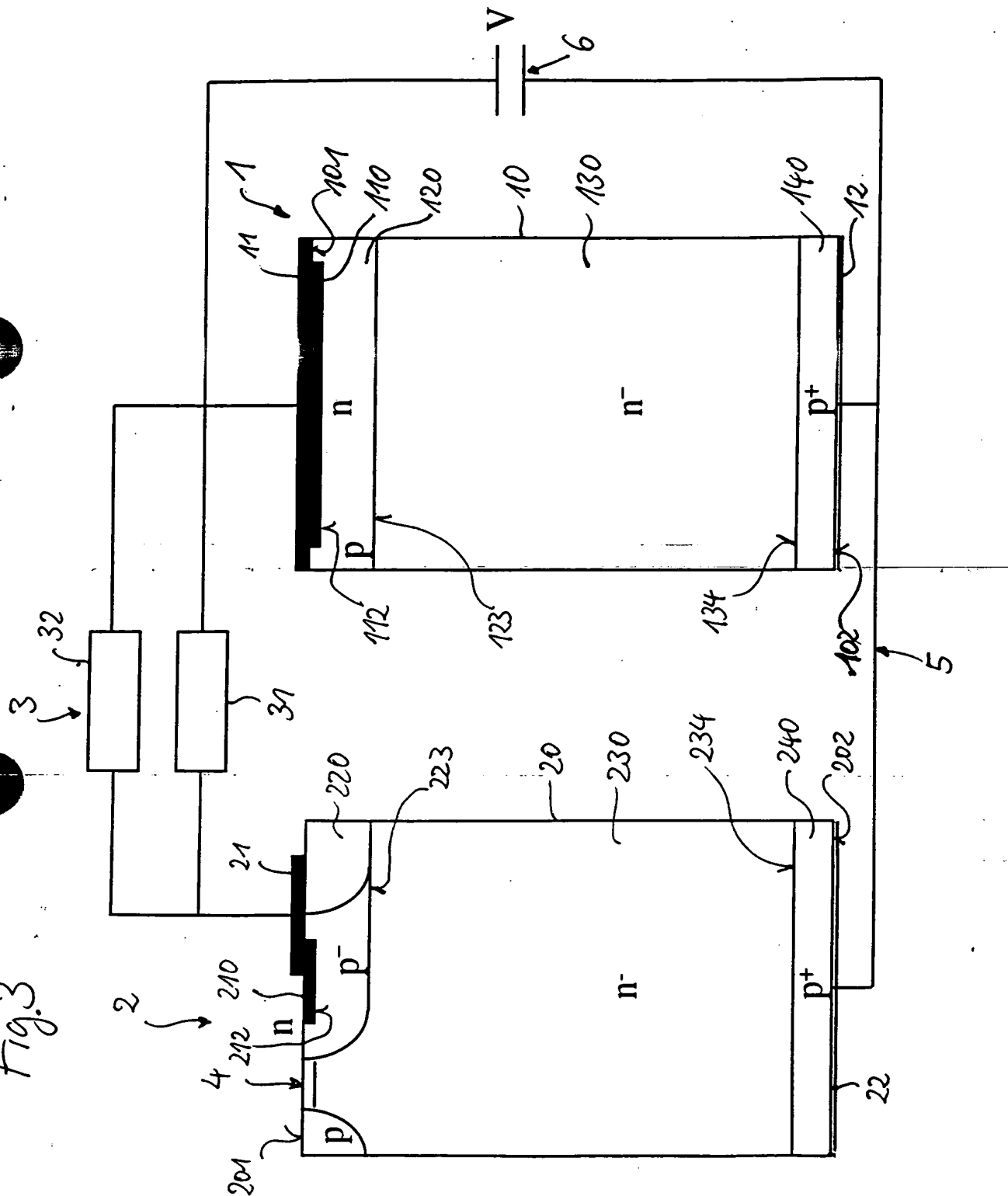


Fig 5

